

基于运动控制器的立式袋装箱机控制系统设计

Design of control system for vertical backpacking machine based on motion controller

杜建 冯渝 朱学建 马永

DU Jian FENG Yu ZHU Xue-jian MA Yong

(武汉人天包装自动化技术股份有限公司, 湖北 武汉 430205)

(Wuhan Rentian Packaging Automation Technology CO., LTD., Wuhan, Hubei 430205, China)

摘要:由于立式袋袋体不规则,袋体两头大小不一,存在装箱机稳定性较差的问题。通过对运动控制器的研究,采用 Delta2 机器人结构,开发出了一款性能稳定的全自动立式袋装箱机,为立式袋装箱机提供了一套控制解决方案。

关键词:立式袋装箱机;运动控制;Delta2 机器人

Abstract: The shape irregularity and size diversity of the vertical bags made it difficult to fill them. A stable performance of automatic vertical packaging was explored in order to solve the problems of its poor stability, based on the research of the motion controller as well as adopting the Delta2 robot structure, and this might provide a set of control solutions for the vertical packaging.

Keywords: Vertical packaging machine; Motion control; Delta2 robot

随着人们对食盐包装形式要求的不断提高,超市里立式盐袋将逐步替代平袋。目前市场上立式盐袋包装机技术很成熟,但是立式袋装箱机比较少,都以人工装箱为主。由于立式袋袋体两头大小不一,装箱规格多,盐业现场腐蚀强等因素成为各个开发立式袋装箱机企业面临的问题。传统式装箱机依然是中国现有企业很受欢迎的自动化设备,主要原因是产品开发费用不高,启动资金更小。随着人工成本的增加,并且传统式装箱机因技术原因使其项目需要使用的工序不减反增,故障点较多,可移植性差,导致无法跟上企业快速增长的生产速度。

Delta2 机器人结构作为一个独立成熟单元,机械机构以及控制架构模型已经成熟,只要根据其性能参数设计,微调其机械部件尺寸,可以简化设计周期,调试采用模块化程序设计,减少重复调试,并且能够确保其正确性^[1]。Delta2 机

器人装箱逐渐被企业所接受,而且 Delta2 机器人设计成本较低,技术难度也不大,随着自动化技术的不断发展,Delta2 机器人技术变得越来越容易,稳定性也越来越强,可移植性也增强^[2]。

立式袋装箱机采用 Delta2 机器人可以大大简化机构,通过 Delta2 机器人可以快速切换规格,使用环链输送、排列立式袋盐包,侧推式装箱增加成功率,解决了多规格切换问题,缩短了立式袋装箱机的开发周期^[3],成熟的 Delta2 机器人模型减少了调试时间。使用该种装箱机控制系统可以有效解决立式袋装箱问题^[4],为立式袋自动化装箱提供一种途径。

1 立式袋装箱机的技术要求

(1) 完成立式袋盐包的输送、排列、拾取、规则码放、满箱输出等全自动装箱过程。

(2) 适用物料:立式袋盐包。

(3) 物料规格:260~350 g/包;袋尺寸:袋宽为 100~130 mm,袋长为 150~200 mm。

(4) 装箱方式(排数×列数×层数):5×2×6(层数 3~8,层数改变纸箱高度适当改变);纸箱尺寸(长×宽×高):380 mm×290 mm×180 mm。

(5) 生产能力:80~90 包/min。

2 立式袋装箱机的工作原理

2.1 立式袋装箱机的组成结构

立式袋装箱机共有两个 Delta2 机器人抓取物料,根据需求来判断是否需要旋转,系统组态了 8 个伺服实轴,嵌入式 PC 控制这 8 台伺服电机工作,其中每台 Delta2 机器人由两个主轴和一个旋转轴组成,运行控制器通过总线控制两个 Delta2 机器人和双环链^[5]。从进料到纸箱输出共有 4 个部分组成(图 1),分别是盐包进料、双环链排列,机器人拾取和放置、纸箱输送^[6]。

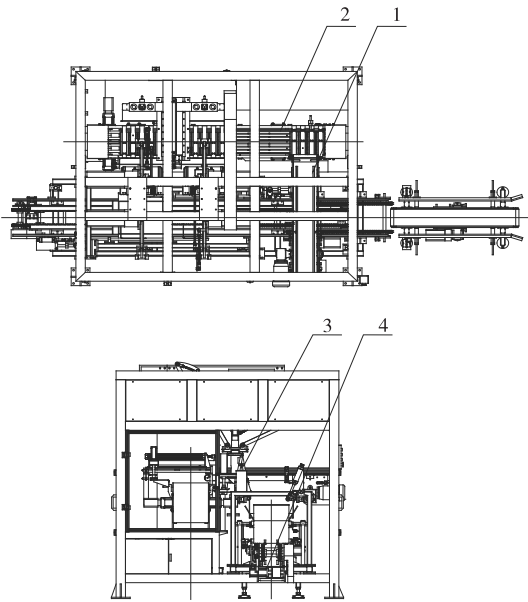


图 1 立式袋装箱机结构图

Figure 1 Vertical bag packing machine structure diagram

装箱机电气采用倍福嵌入式 PC,通过 Ethercat 总线组网,控制 8 台伺服系统,Delta2 机器人由双通道伺服控制器控制,其拓扑结构见图 2。

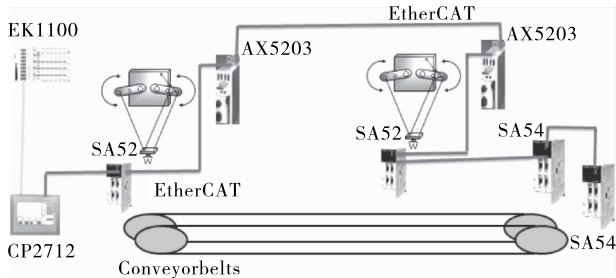


图 2 立式袋装箱机程序控制结构图

Figure 2 Vertical bag packing machine control structure diagram

2.2 立式袋装箱机的工作方式

物料装箱一次工作流程见图 3。立式包装机生产出来的盐包经过滤盐和检重合格后,输送到装箱机进料皮带,快速拉开送到双环链上,计数,驱动环链整理排列准备好,Delta2 机器人抓取,装入纸箱,同时环链检测到物料继续计数排列,下次 Delta2 机器人继续抓取并旋转装入纸箱,如此循环^[7]。纸箱内物料排列形式通常两列,形式如 $N \times 2 \times M$ (排 $\times$ 列 $\times$ 层)。

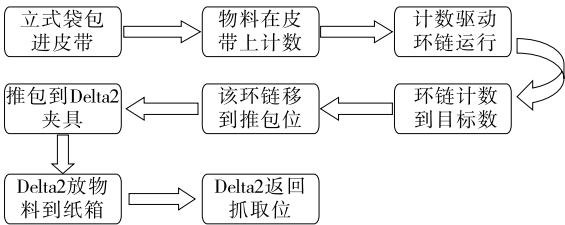


图 3 物料一次工作方式

Figure 3 Material working mode

3 装箱机的程序方案

3.1 构建 Ethercat 硬件网络

首先连接好控制器、驱动器、伺服电机、耦合 IO 等硬件,伺服系统都是通过 Ethercat 网络来通讯,通过这种总线控制稳定性高,通讯速度快,通讯中断会自动报警停机。硬件网络结构见图 4。

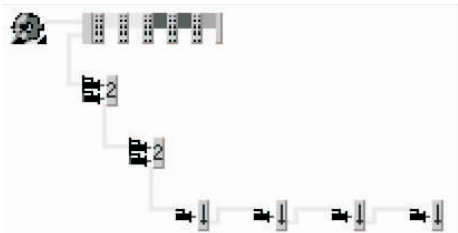


图 4 倍福 Ethercat 网络结构

Figure 4 Beckhoff Ethercat network structure

组态好硬件网络后,所有伺服系统以及 IO 信号都能够监控到,设置合适参数,就能够测试动作,进行装袋机的调试。

3.2 采用运动控制算法构建 Delta2 机器人模型

立式袋装箱机利用 Delta2 机器人运动速度快的优势,尽可能减少运动路径。首先读取机器人各轴状态,判断机器人处于什么状态,复位报警并回到初始运动位置,生产时根据抓取和放置条件,Delta2 机器人做往复运动^[8]。程序调用 Delta2 机器人轴包,只需要填入正确的组态轴对应地址,给绝对值编码器标定零度位置,示教完机器人位置,就可以按照设定位置来抓取和放置。读取状态程序块见图 5。图 5 是读取 X 值状态,同样方法读取 Y 值,如果有多个 Delta2 就多次调用即可。

Delta2 机器人点到点移动程序块见图 6。通过块集成,减少调试时出错的概率,后续完善只需修改该块,就可以批量修复程序中出现的相同问题。

3.3 立式袋双环链算法

立式袋装箱机每分钟要装 80~90 包,要求环链接包速度超过 90 包/min,前面一包接完后,立马要移动到下一包位置接包等待,第一个环链接完盐包后,第二个环链必须跟上,

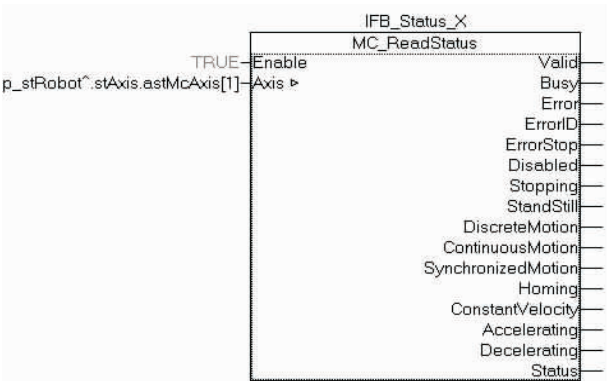


图 5 读取 Delta2 机器人轴状态

Figure 5 Read Delta2 robot axis state

当推包气缸把盐包推走之后,该环链还要跟踪到前一个环链后面,如此循环才能保证进料皮带上的盐包都能够成功通过

环链装箱^[9]。环链接包逻辑见图 7。以上是单个环链的单个接包过程,重复调用就能够形成一套循环,循环接包。

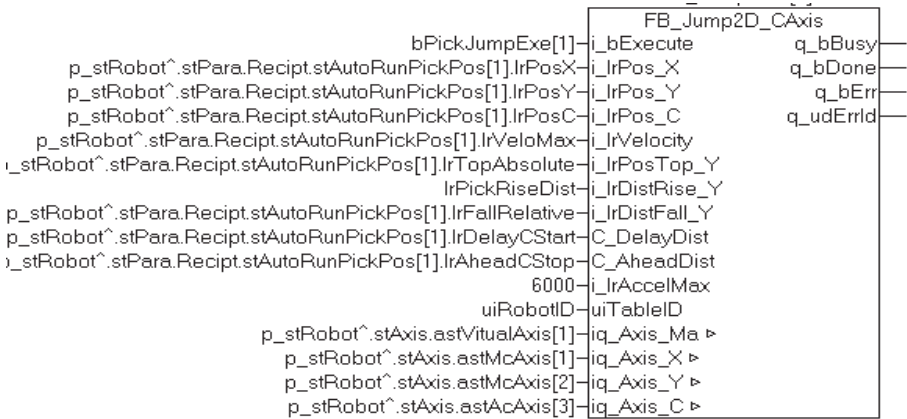


图 6 Delta2 机器人点到点移动
Figure 6 Delta2 robot point-to-point move

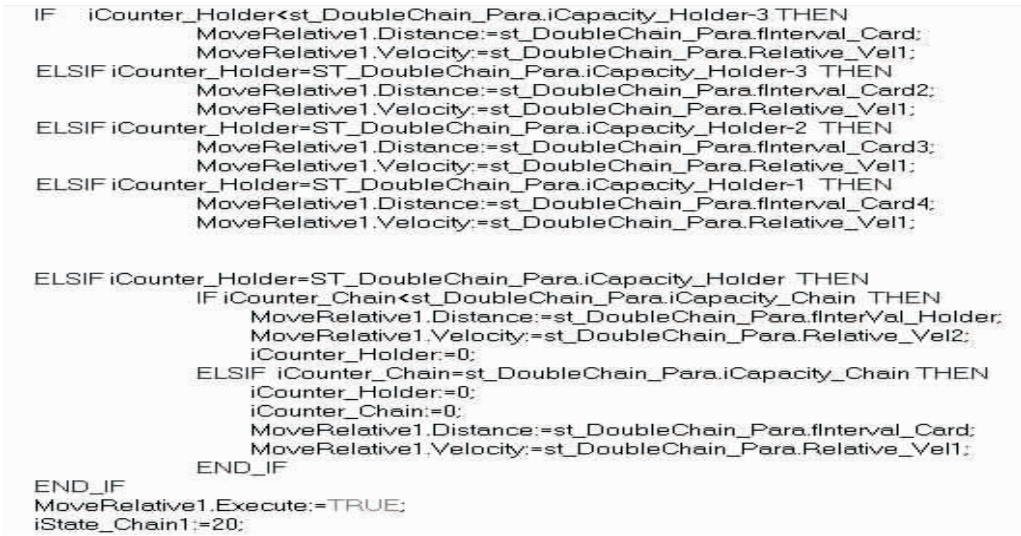


图 7 双环链逻辑
Figure 7 Double chain logic

3.4 立式袋装箱全过程

装箱机利用倍福功能块可以局部,调用进料、双环链排列推箱、Delta2 机器人抓取和放置、纸箱换箱等全部分块程序^[10],通过检测传感器和伺服系统信号,重复装箱过程,达到 80~90 包/min 的生产速度,解决了立式袋装箱机的问题。

4 结束语

本控制系统采用 Delta2 机器人结构解决了立式袋装箱袋体不规则,袋体两头大小不一和稳定性差的问题。经现场初步测试,已经能够满足 80~90 包/min 的生产要求。除了可以使用在立式袋装箱上,本系统还可以使用于类似尺寸大小的包装袋装箱设备上。另外通过改造环链尺寸和 Delta2 机器人夹具,还可以使用在其他形式的装箱设备上。若进一步对部分零件进行改造优化,产能还有更大提升空间。

参考文献

[1] 邹子良,刘晔,朱景环.全自动装箱机的研制(I):控制系统设

计[J].南昌大学学报:理科版,1997(3):201-205.
[2] 王天河.浅谈自控系统及在盐化工中的应用[J].盐业与化工,2015(4):55-64.
[3] 曹艳英,邵军.全自动粉、粒料包装机设计[J].包装工程,2002(S1):15-17.
[4] 杨夫刚.立式包装机设计探索[J].衡器,2010(4):30-35.
[5] 娜仁莎,赵德龙.立式液体注入式包装机的自动化传动系统介绍[J].中国包装工业,2014(2):40-45.
[6] 章培红.装箱机复合连杆机构的轨迹及运动特性研究[J].机械制造与自动化,2009(3):73-75.
[7] 崔鹏,李振亮,李亚,等.精制盐生产用简易半自动装箱机方案研究[J].盐业与化工,2013(10):50-55.
[8] 邓加尊,覃兆典.自动装箱机的设计[J].包装与食品机械,2007(1):48-51.
[9] 章培红,许圣萍.装箱机抓瓶装置一件多用的几种典型的设计方案[J].饮料工业,2009(6):29-33.
[10] 李响,马永,何偲,等.块状物料机器人抓取式装箱机设计[J].食品与机械,2010,26(5):39-45.